



Министарство просвете,
науке и технолошког развоја



Српско хемијско друштво

ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

3. март 2019. године

ТЕСТ ЗА 8. РАЗРЕД

шифра ученика:

--	--	--	--	--	--

(три слова и три броја)

Тест има 20 задатака. Пажљиво прочитај текст сваког задатка. Одговоре напиши на начин који се захтева у задатку (заокруживањем одговора или уписивањем на предвиђено место), јер ће комисија бодовати искључиво те одговоре. Где је неопходно, поступак напиши у продужетку задатка. Тест се попуњава хемијском оловком плаве или црне боје, а одговори написани графитном оловком се не признају. За решавање можеш да користиш само прибор за писање и калкулатор. Употреба осталих писаних/штампаних материјала, мобилног телефона или других уређаја није дозвољена. Приликом израде задатака користи искључиво вредности релативних атомских маса и Авогадрове константе које су дате испод. Време израде теста је 120 минута.

Релативне атомске масе: $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{O}) = 16$; $A_r(\text{Na}) = 23$; $A_r(\text{Al}) = 27$; $A_r(\text{S}) = 32$;
 $A_r(\text{Cl}) = 35$; $A_r(\text{K}) = 39$; $A_r(\text{Ca}) = 40$; $A_r(\text{Cu}) = 64$; $A_r(\text{Zn}) = 65$;
 $A_r(\text{Rb}) = 85$; $A_r(\text{Au}) = 197$

Авогадрова константа: $6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

Желимо вам усѣх у раду!

Попуњава Комисија:

укупан број освојених бодова:

--

председник Општинске комисије

1. Угљеник се у природи јавља у облику два стабилна изотопа (^{12}C и ^{13}C), а кисеоник у облику три (^{16}O , ^{17}O и ^{18}O). Колико различитих молекула угљеник(II)-оксида постоји у природи? На линију напиши одговор.

2. У реакцији 30,14 g земноалкалног метала са кисеоником настаје 33,66 g производа. Одреди релативну атомску масу овог земноалкалног метала и одговор напиши на линију.

$$A_r = \underline{\hspace{2cm}}$$

(заокружи на цео број)

3. Заокружи слово испред назива пара супстанци које проводе електричну струју.

- а) Месинг и водени раствор калијум-хлорида
- б) Алуминијум и водени раствор шећера
- в) Гвожђе и сумпор
- г) Хлор и магнезијум

4. Дуралуминијум је назив за легуре алуминијума с бакром. Колико килограма дуралуминијума који садржи 12% бакра може да се добије уколико се располаже са 20 kg бакра и 100 kg алуминијума? Сматрати да ова легура садржи само алуминијум и бакар.

$$m_{\text{дуралуминијума}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$$

(заокружи на једну децималу)

5. Заокружи слово испред тачне тврдње. Елемент Е, који гради базни оксид, са хлором гради једињење формуле ECl_2 . Тај елемент је:

- а) Li б) S в) P г) Ca

6. Израчунај укупан број јона у 50,0 g 26,4% воденог раствора алуминијум-хлорида.

$$N_{\text{јона}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

(заокружи на једну децималу)

7. Заокружи слово испред назива једињења која су јаки електролити.

- а) Амонијак
б) Сирћетна киселина
в) Алуминијум-сулфат
г) Угљена киселина
д) Натријум-хидроксид

На линије написати једначине електролитичке дисоцијације изабраних једињења.

8. На линију упиши знак $>$, $<$ или $=$ тако да упоредиш број анјона садржаних у једнаким количинама соли.

- а) Алуминијум-сулфат _____ калцијум-карбонат
б) Цинк-хлорид _____ гвожђе(II)-нитрат
в) Натријум-бикарбонат _____ гвожђе(III)-хлорид
г) Натријум-хлорид _____ натријум-сулфат

9. 97% укупне количине воде на Земљи чини слана вода. 77% слатке воде заробљено је у ледницима и глечерима, а 11% слатке воде чине дубоке недоступне воде. Колики је проценат воде у облику употребљиве слатке воде?

$$\omega = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

(заокружи на две децимале)

10. Дате су три супстанце од којих је једна неелектролит, једна слаб електролит и једна јак електролит. На основу наведених својстава, на линију поред **супстанце А**, **супстанце Б** и **супстанце В** напиши да ли је у питању неелектролит, слаб електролит, или јак електролит.

- Супстанца А, супстанца Б и супстанца В се добро растварају у води.
- У воденом раствору супстанца А је у облику молекула, док раствори супстанце Б и супстанце В садрже јоне.
- Када се у посуду са супстанцом Б и супстанцом В уроне електроде повезане са сијалицом и батеријом, сијалица светли.
- У раствору супстанце Б сијалица светли јаче.

Супстанца А: _____;

Супстанца Б: _____;

Супстанца В: _____.

11. Који од наведених метала би произвео највећу запремину гаса када би се његов узорак од 1,0 g растворио у води? Заокружи слово испред тачног одговора, ако знаш да је запремина неког гаса пропорционална његовој количини.

- а) Na
- б) K
- в) Ca
- г) Rb
- д) Au
- ђ) Узорци свих метала би произвели исте запремине гаса.

12. Неки чисти узорак фино спрашеног цинка довољно је дуго стајао на ваздуху да је део цинка реаговао са кисеоником из ваздуха. Када је 10,0 g овог праха који је стајао на ваздуху растворено у вишку хлороводоничне киселине, издвојило се 0,15 mol водоника.

а) Напиши једначину хемијске реакције која се дешава када прашкаст цинк стоји на ваздуху.

б) Израчунај чистоћу праха који је добијен стајањем као масени удео металног цинка у тој смеси.

$$\omega(\text{Zn}) = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

(заокружи на једну децималу)

13. На линије напиши хемијске формуле анхидрида следећих киселина:

а) сумпорне киселине _____

б) азотне киселине _____

в) сумпорасте киселине _____

г) угљене киселине _____

д) перхлорне киселине (HClO_4) _____

14. Заокружи слово испред формуле јонског једињења, за које важи да је број електрона у катјону елемента за три мањи од броја протона у атому тог елемента.

а) AlBr_3

б) CaCl_2

в) NaCl

г) KMnO_4

15. Заокружи слово испред тачног одговора. Која од следећих супстанци НЕ САДРЖИ атом угљеника у структури?

а) Шећер

б) Калцијум-карбонат

в) Челик

г) Графит

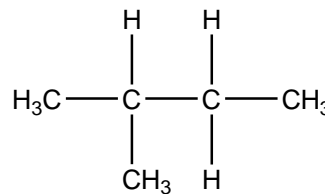
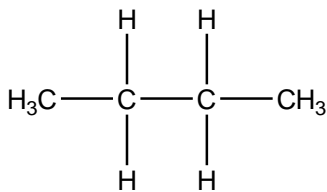
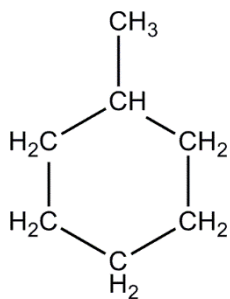
д) Гипс

16. У ерленмајер у коме се налази неколико гранула метала дода се разблажена хлороводонична киселина. На отвор ерленмајера навуче се гумени балон који се убрзо испуни гасом. Метал који је коришћен у експерименту налази се у четвртој периоди и у својим једињењима је увек двовалентан. Заокружи слово испред симбола тог метала.

- a) Fe
- б) Al
- в) Zn
- г) Ag

На линију напиши једначину хемијске реакције која се десила у описаном експерименту.

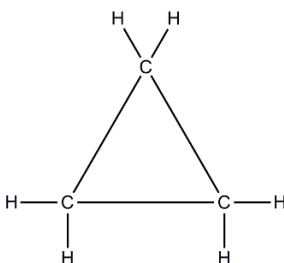
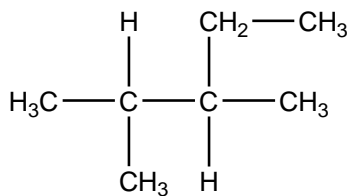
17. На линију испод формуле органске супстанце напиши да ли поседује неразгранату ацикличну структуру, разгранату ацикличну структуру или цикличну структуру.



a) _____

б) _____

в) _____



г) _____

д) _____

18. Сумпор сагорева плавичастим пламеном дајући сумпор(IV)-оксид.

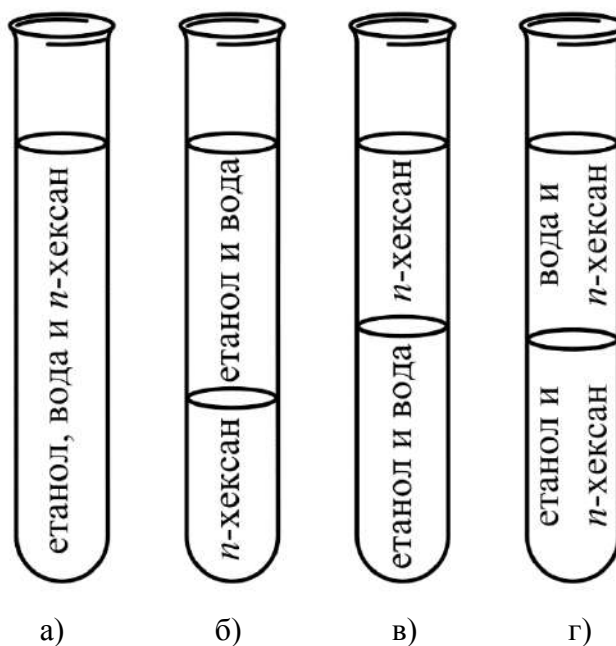
а) На линију напиши једначину те реакције:

б) Да ли ће 0,05 mol кисеоника бити довољно да потпуно сагори 3,2 g сумпора? Заокружи један од понуђених одговора и рачунски га образложи.

ДА НЕ

19. Напиши електронску формулу ковалентног једињења, чији се молекул састоји од две врсте атома: водоника ($Z=1$) и сумпора ($Z=16$), уколико у настанку једног молекула тог једињења учествује укупно 14 валентних електрона.

20. Етанол (алкохол) и вода су поларни растварачи, а *n*-хексан (алкан) је неполаран растварач и има најмању густину од сва три наведена растварача. Заокружи слово испод слике која илуструје смешу која настаје мешањем етанола, воде и *n*-хексана.





Министарство
просвете, науке и
технолошког
развоја

ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ
3. март 2019. године



Српско хемијско
друштво

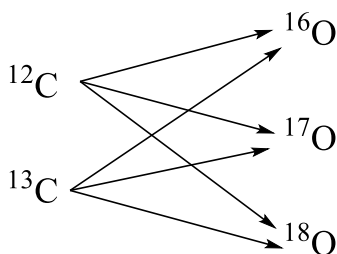
Задатак	РЕШЕЊЕ ТЕСТА ЗА 8. РАЗРЕД	Бодови
1.	6 (шест)	6
2.	137	6
3.	а	4
4.	113,6	6
5.	г	4
6.	$2,4 \cdot 10^{23}$	6
7.	в; д $Al_2(SO_4)_3 \rightarrow 2 Al^{3+} + 3 SO_4^{2-}$ $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$	2×1 + 2×2
8.	а) >; б) =; в) <; г) =	4×1
9.	0,36	6
10.	А: неелектролит; Б: јак електролит; В: слаб електролит	3×1
11.	в	6
12.	а) $2 Zn + O_2 \rightarrow 2 ZnO$ б) 97,5%	Задатак под б) се бодује уколико је уз тачно решење написан одговарајући поступак. 2+4
13.	а) SO_3 ; б) N_2O_5 ; в) SO_2 ; г) CO_2 ; д) Cl_2O_7	5×1
14.	а	4
15.	д	4
16.	в $Zn + 2 HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$	2+2
17.	а) циклична; б) неразграната ациклична; в) разграната ациклична г) разграната ациклична; д) циклична	5×1
18.	а) $S + O_2 \rightarrow SO_2$ или $S_8 + 8 O_2 \rightarrow 8 SO_2$ б) НЕ, потребно је 0,1 mol O_2	Задатак под б) се бодује уколико је уз тачно решење написан одговарајући поступак. 2 + 4
19.		Признаје се одговор где су парови електрона приказани цртицом. 5
20.	в	4

ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

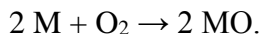
3. март 2019. године

ДЕТАЉНА РЕШЕЊА ЗА VIII РАЗРЕД

1. Сваки од два изотопа угљеника може се спарити са сваким од три изотопа кисеоника (види шему испод), тако да постоји **шест** различитих молекула угљеник(II)-оксида у природи, а то су: $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{17}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$, $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{13}\text{C}^{17}\text{O}$ и $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$.



2. У реакцији земноалкалних метала са кисеоником настају оксиди формуле MO:



Из једначине реакције добија се:

$$n(\text{M}) : n(\text{MO}) = 2 : 2 ,$$

односно

$$n(\text{M}) = n(\text{MO}) .$$

Из ове једнакости може се добити једначина са једном непознатом, моларном масом метала M, $M(\text{M})$:

$$\frac{m(\text{M})}{M(\text{M})} = \frac{m(\text{MO})}{M(\text{MO})}$$

$$\frac{30,14 \text{ g}}{M(\text{M}) \text{ g/mol}} = \frac{33,66 \text{ g}}{(M(\text{M}) + 16) \text{ g/mol}}$$

одакле се даље добија:

$$3,52M(\text{M}) = 482,24$$

па је $M(\text{M}) = 137 \text{ g/mol}$ (метал је баријум). Бројчане вредности моларне масе и релативне атомске масе су једнаке, с тим да релативна атомска маса нема јединицу. Тачан одговор је дакле $A_r(\text{M}) = 137$.

Напомена: До једнакости количина метала и оксида може се доћи и без писања једначине реакције јер једна формулска јединка оксида садржи један атом метала. Задатак се може решити и поређењем количина метала или оксида са количином изреаговалог кисеоника. Количина изреаговалог кисеоника може се добити из разлике маса оксида и метала.

3. Сви метали проводе електричну струју (алуминијум, гвожђе и магнезијум). Исто важи и за легуре два метала (месинг). Неметали по правилу не проводе електричну струју (сумпор, хлор), а значајан изузетак је графит. Водени раствори електролита проводе струју (водени раствор калијум-хлорида), док водени раствори неелектролита не проводе струју (водени раствор шећера). Дакле, једино у одговору под **а**) су дате две супстанце које проводе електричну струју.

4. Према условима задатка, дуралуминијум садржи 12% бакра и 88% алуминијума. Маса дуралуминијума која се може справити из датих маса чистих метала ограничена је масом једног метала, док је други метал у вишку. Метал у вишку се може одредити на више начина. На пример, могуће је израчунати масу алуминијума која је неопходна за сједињавање са 20 kg бакра како би се добио дуралуминијум овог садржаја:

$$m(\text{Cu}) : m(\text{Al}) = \%(\text{Cu}) : \%(\text{Al})$$

$$(20 \text{ kg}) : m(\text{Al}) = 12 : 88$$

$$m(\text{Al}) = 146,67 \text{ kg}$$

Дакле, за припремање дуралуминијума из 20 kg бакра неопходно је 146,67 kg алуминијума. Пошто располажемо са само 100 kg алуминијума, бакар је метал у вишку, а прорачун се мора вршити на основу алуминијума. Маса дуралуминијума лако се добија из масеног удела алуминијума:

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{дуралуминијум})}$$

$$m(\text{дуралуминијум}) = \frac{m(\text{Al})}{\omega(\text{Al})} = \frac{100 \text{ kg}}{0,88} = 113,64 \text{ kg} \approx \mathbf{113,6 \text{ kg}}$$

5. Базне оксиде могу градити само метали. Хлориди су соли хлороводоничне киселине, HCl. Литијум као алкални метал гради хлорид формуле LiCl, а калцијум као земноалкални метал гради хлорид формуле CaCl₂. Тачан одговор је, дакле, г).

6. Маса алуминијум-хлорида (AlCl₃) у раствору добија се као:

$$m(\text{AlCl}_3) = m_p \cdot \omega(\text{AlCl}_3) = (50,0 \text{ g}) \cdot 0,264 = 13,2 \text{ g}$$

одакле се може добити његова количина:

$$n(\text{AlCl}_3) = \frac{m(\text{AlCl}_3)}{M(\text{AlCl}_3)} = \frac{13,2 \text{ g}}{(27 + 35 \cdot 3) \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$$

Алуминијум-хлорид је једињење растворно у води (електролит) и дисосује према једначини:



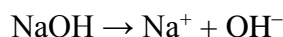
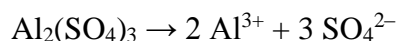
Из једначине реакције електролитичке дисоцијације види се да једна формулска јединка ове соли дисосује на четири јона, један алуминијумов катјон и три хлоридна анјона. Укупна количина јона у раствору је дакле:

$$n_{\text{јона}} = n(\text{AlCl}_3) \cdot 4 = (0,1 \text{ mol}) \cdot 4 = 0,4 \text{ mol}.$$

Број јона добија се множењем ове вредности са Авогадровом константом:

$$N_{\text{јона}} = n_{\text{јона}} \cdot N_A = (0,4 \text{ mol}) \cdot \left(6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \right) = 2,4 \cdot 10^{23}.$$

7. Јаки електролити су јаке базе, јаке киселине и растворне соли. Амонијак је слаба база, сирћетна киселина и угљена киселина су слабе киселине. Натријум-хидроксид је јака база, а алуминијум-сулфат со растворна у води, па су тачни одговори **в** и **д**, а једначине електролитичке дисоцијације:



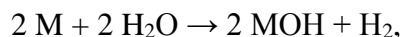
8. Неопходно је упоредити број анјона у једној формулској јединки.

а)	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	>	CaCO_3	(3, 1)
б)	ZnCl_2	=	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	(2, 2)
в)	NaHCO_3	<	FeCl_3	(1, 3)
г)	NaCl	=	Na_2SO_4	(1, 1)

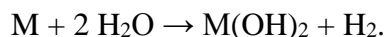
9. Укупна количина слатке воде је $100 - 97 = 3\%$. Од тих 3% , неупотребљиво је $77 + 11 = 88\%$, а употребљиво је $100 - 88 = 12\%$. Удео употребљиве слатке воде је $\frac{3}{100} \cdot \frac{12}{100} = 0,0036$, што је **0,36%**.

10. Једињења која су неелектролити у воденом раствору су присутна у облику неутралних молекула, и зато њихови раствори не проводе струју. **Супстанца А је неелектролит.** Раствори електролита садрже јоне, због чега проводе струју. Јаки електролити су у потпуности дисосовани и присутни у облику јона, док су слаби електролити делимично дисосовани. Због овог раствори јаких електролита боље проводе струју. **Супстанца Б је јак електролит, а супстанца В је слаб електролит.**

11. Алкални метали (Na, K, Rb) и земноалкални метали (Ca) лако реагују са водом, док племенити метали (Au) не реагују са водом. Алкални метали реагују са водом по једначини:



а земноалкални по једначини:



Из једначина се може закључити да један мол алкалног метала даје пола мола водоника, док један мол земноалкалног метала даје један мол водоника. У случају узорака алкалних метала истих маса, највећа количина ослобођеног гаса одговараће алкалном металу са најмањом моларном масом (јер је она обрнуто пропорционална количини), а то је натријум (23). Може се израчунати количина издвојеног водоника у случају реакције 1,0 g натријума са водом:

$$n(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{1,00 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}} = 0,043 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}) : n(\text{H}_2) = 2 : 1$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{n(\text{Na})}{2} = 0,0215 \text{ mol}$$

Количина водоника у случају реакције 1,0 g калцијума са водом добија се на сличан начин:

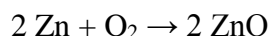
$$n(\text{Ca}) = \frac{m(\text{Ca})}{M(\text{Ca})} = \frac{1,00 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,025 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}) : n(\text{H}_2) = 1 : 1$$

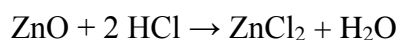
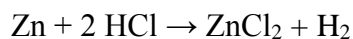
$$n(\text{H}_2) = n(\text{Ca}) = 0,025 \text{ mol}$$

Знајући да сви остали алкални метали производе мање количине водоника од натријума, и знајући да калцијум даје више водоника од узорка натријума исте масе ($0,025 > 0,0215$), јасно је да највећу количину гаса даје калцијум. Како је запремина пропорционална количини, тачан одговор је **в**).

12. а) Цинк као двовалентни метал реагује са кисеоником дајући оксид ZnO:



б) Стајањем на ваздуху, чист цинк се преводи у смешу цинка и цинк-оксида. Оба реагују са хлороводоничном киселином, али само цинк уз издвајање водоника:



Из количине издвојеног водоника може се израчунати маса металног цинка у смеси:

$$n(\text{Zn}) : n(\text{H}_2) = 1 : 1$$

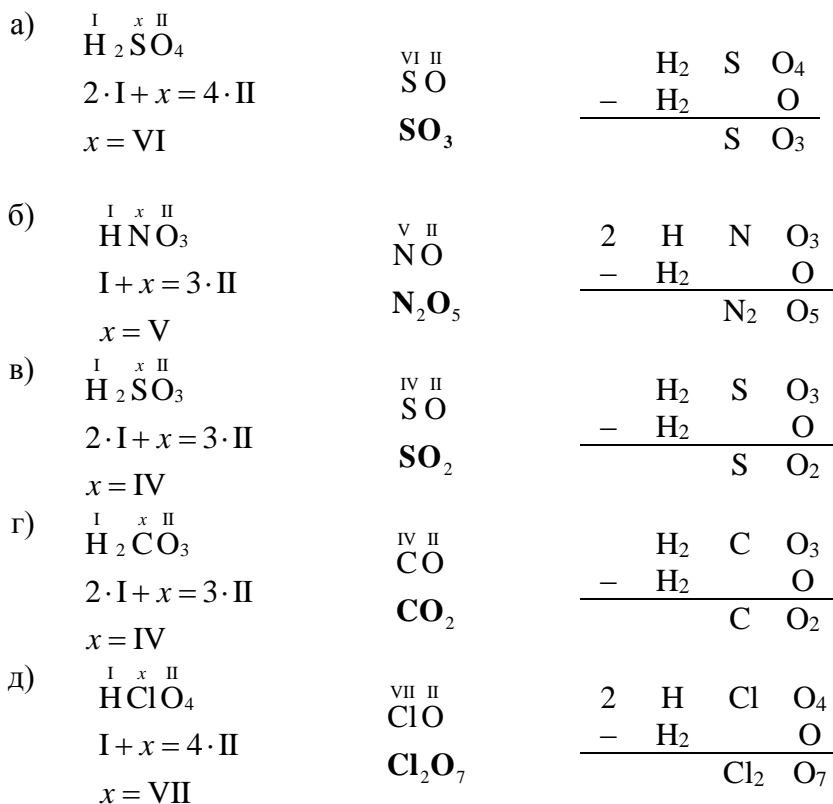
$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 0,150 \text{ mol}$$

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = (0,150 \text{ mol}) \cdot (65 \text{ g/mol}) = 9,75 \text{ g/mol},$$

а затим и масени удео цинка у смеши:

$$\omega(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m_{\text{смеша}}} = \frac{9,75 \text{ g}}{10,0 \text{ g}} = \mathbf{97,5\%}.$$

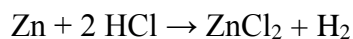
13. Формуле анхидрида киселина могу се одредити израчунавањем валенце присутног неметала, а затим писањем његовог оксида, или „одузимањем воде”.



14. Уколико катјон садржи три електрона мање него протона, он је три пута позитивно наелектрисан, односно поседује валенцу III. Пошто су натријум и калијум као алкални метали једновалентни, а калцијум као земноалкални метал двовалентан, једино једињење са тровалентним катјоном је алуминијум-бромид, односно одговор **а**).

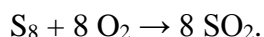
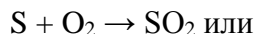
15. Шећер као органско једињење садржи атом угљеника у својој структури. Калцијум-карбонат (CaCO_3) садржи угљеник. Челик је легура гвожђа и угљеника, а понекад и још неких елемената. Графит је алотропска модификација угљеника. Гипс је калцијум-сулфат дихидрат ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), па он не садржи угљеник; тачан одговор је **д**).

16. Са разблаженом хлороводоничном киселином реагују и гвожђе и алуминијум и цинк, али не и сребро (племенити метал). Гвожђе се јавља у својим једињењима у валенцама II и III, алуминијум је увек тровалентан, а цинк увек двовалентан, те цинк једини испуњава услове задатка (**в**). Цинк са хлороводоничном киселином даје цинк-хлорид и гасовити водоник који се хвата у балону:



17. У цикличним структурама угљеникови атоми затварају прстенове, док прстенова нема у ацикличним структурама. У неразгранатим ацикличним структурама угљеникови атоми повезани су у линеарном низу, док се у разгранатим ацикличним структурама на таквим низовима јављају „рачве”, додатни угљеникови атоми. **Структуре а и д** садрже прстен (**цикличне структуре**), **структура б** састоји се из линеарног низа угљеникових атома (**неразграната ациклична**), а **структуре в и г** у себи садрже „рачве” (**разгранате ацикличне**).

18. Сумпор (S или S₈) при сагоревању реагује са кисеоником дајући SO₂:



Количина сумпора у 3,2 g је:

$$n(S) = \frac{3,2 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}.$$

Количина кисеоника неопходна да сагори ту количину сумпора је:

$$n(S) = n(O_2) = \mathbf{0,1 \text{ mol}}$$

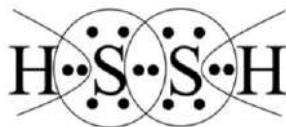
па је 0,05 mol кисеоника недовољно и тачан одговор је **НЕ**.

Напомена: До истих закључака и одговора долази се и уз помоћ једначине реакције у којој се јавља S₈.

19. Атом водоника садржи један валентни електрон (K – 1), а атом сумпора 6 (K – 2, L – 8, M – 6). Из Луисових симбола ова два елемента може се закључити да сумпор може да веже два водоникова атома (приликом чега сумпор остварује електронски октет, а водоник електронски дублет), али ово једињење садржи само осам валентних електрона (сумпороводоник, водоник-сулфид, H₂S).



Начин да се овај број повећа је да се за атом сумпора уместо атома водоника веже још један атом сумпора, за који би онда морао да се веже још један атом водоника. Ово је једина могућа комбинација атома водоника и сумпора која даје једињење са 14 валентних електрона (2·1 + 2·6). Ово једињење (H₂S₂) се зове водоник-дисулфид или водоник-персулфид.



20. У складу са начелом да се „слично у сличном раствара”, етанол и вода као поларни растварачи међусобно се мешају, док се *n*-хексан као неполаран растварач не меша ни са етанолом, ни са водом. Имајући ово на уму, тачан одговор може бити само епрувета где се у истом слоју налазе етанол и вода (б и в). Знајући још да *n*-хексан има мању густину и од воде и од етанола, он мора бити горњи слој, јер је лакши од смеше етанола и воде. Тачан одговор је **в**.